动 物 学 研 究 2006，Oct. 27 (5)：489－494   CN 53－1040/Q ISSN 0254－5853
Zoological Research

昆明地区昭觉林蛙不同发育期蝌蚪的栖息地利用

周 伟*，张 庆，李明会，李 伟，王 进
（西南林学院 保护生物学学院，云南 昆明 650224）

摘要：通过观察昭觉林蛙（*Rana chaochiaoensis*）蝌蚪在栖息地的分布状况，统计和分析不同发育期蝌蚪在不同植被盖度、水深和水温下的分布频次。其结果表明，Ⅰ、Ⅱ期蝌蚪更倾向于选择植被盖度为41%—70%的水域；Ⅲ期蝌蚪对植被盖度的选择不明显。Ⅱ期蝌蚪倾向于选择水深为0.11—0.30 m的水域；Ⅰ、Ⅲ期蝌蚪对水深的选择不明显，且Ⅲ期蝌蚪在水深大于0.31 m的水域无分布。随着蝌蚪生长发育，Ⅰ期至Ⅲ期对水深的选择不断变浅。Ⅰ、Ⅱ期蝌蚪均倾向于选择水温为19—25 ℃的水域；Ⅲ期蝌蚪对水温的选择不明显，但在水温为8—13 ℃的水域无分布。

关键词：昭觉林蛙；蝌蚪；栖息地利用；昆明
中图分类号：Q959.530.8 **文献标识码**：A **文章编号**：0254－5853（2006）05－0489－06

Habitat Utilization of Tadpoles of *Rana chaochiaoensis* at Different Development Stages in the Kunming Area

ZHOU Wei*, ZHANG Qing, LI Ming-hui, LI Wei, WANG Jin
(Faculty of Conservation Biology, Southwest Forestry College, Kunming 650224, China)

Abstract: By observing the distribution of tadpoles of *Rana chaochiaoensis* within its habitat, the distribution frequency of tadpoles in different stages under different vegetation coverage, water depth and temperature was calculated and analyzed. The results showed that tadpoles of development Stage Ⅰ and Ⅱ tend to select areas with vegetation coverage of 41%－70%, but selection of vegetation coverage is not obvious by Stage Ⅲ. Only tadpoles of Stage Ⅱ tend to select areas of 0.11－0.30 m water depth. Tadpoles of Stages Ⅰ and Ⅲ do not obviously select for water depth, and there were no tadpoles of Stage Ⅲ in areas deeper than 0.31 m. As tadpoles mature, selection of water depth gradually changes to a preference for shallow water from Stage Ⅰ to Ⅲ. Tadpoles of Stage Ⅰ and Ⅱ tend to select areas of water temperature between 19－25 ℃. Selection of water temperature is not obvious in tadpoles of Stage Ⅲ, and there were no tadpoles of Stage Ⅲ in areas of 8－13 ℃.

Key words: *Rana chaochiaoensis*; Tadpole; Habitat utilization; Kunming

两栖类繁殖离不开水环境，因此，繁殖场水环境的各种生态因子直接影响着它们的繁殖成功与否。对日本林蛙（*Rana japonica japonica*）、中国林蛙（*Rana chensinensis*）、大蟾蜍（*Bufo gargarizans*）和棘胸蛙（*Rana spinosa*）等的蝌蚪研究表明，蝌蚪的生长发育与水面的大小、水的深浅、水温和水的酸碱度等均有关系(Zhang, 1990; Cui et al, 1999; Yu, 2000; Yang et al, 2003; Wang et al, 2004; Ma et al, 2005)。这些工作均从不同侧面阐述了栖息地生态因子对蝌蚪生长发育的重要性，但均未涉及蝌蚪对栖息地的选择性。Li et al（2005）对同一栖息地中野生牛蛙（*Rana catesbeiana*）和昭觉林蛙（*Rana chaochiaoensis*）蝌蚪的研究表明，两种蝌蚪在栖息地的选择上是有差异的。迄今为止，极少见对蝌蚪

* 收稿日期：2006－05－10；接受日期：2006－07－27
基金项目：国家重点基础研究发展计划（“973”计划）资助项目（2003CB415100）；云南省环境科学与工程创新人才联合培养基地资助
* 通讯作者(Corresponding author)，男，教授，博士，主要从事生物多样性保护，动物生态学，脊椎动物区系、分类和系统进化等领域的科研和教学。E-mail：weizhou@public.km.yn.cn

栖息地利用的专项研究报道。

在昆明地区，昭觉林蛙繁殖产卵时间正值秋末冬初（Zhou et al，2003；Li et al，2005），其蝌蚪如何通过对栖息地生态因子的选择和有效利用栖息地条件，以度过一年中环境条件最严酷的季节，使其种群繁衍？这促使作者做一些观察和探究。研究结果能加深对蝌蚪栖息地利用的了解，也可为一些种类，尤其是珍稀种类蝌蚪的栖息地如何保护提供一些基础性资料。

1 研究方法

1.1 研究地自然概况

观测点设在昆明市东北郊西南林学院后山的白沙河靶场西面，地理坐标为东经 102° 46′ 86 ″—102° 46′ 90″，北纬 25° 04′ 26″ — 25° 04′ 31″，海拔约 1 962 m。水塘东西向较窄，约 21—40 m。南北向较长，约 63—82 m，大致成不规则的长方形。整个水塘面积约 2 000 m^2，平均水深约 1.5 m。水塘东西北三面环山，南面临谷。形成中间低，三面高，一边有缺口的水塘。西面山坡的坡度略为缓和，为 21—30°，东面山坡的坡度陡，大于 30°。水塘东北、东南和西南方向各有一个由山坡相夹而成的小山谷，宽度 3—6 m 不等，降雨后雨水由这些山谷汇入水塘。水塘南面的山谷最窄处约 15 m，最宽处约 50 m。水塘的东岸和东北岸的水渐渐变深，形成缓坡，而其余岸边均为陡坎。塘中水草主要为禾本科的双穗雀稗（*Pasdpalunm paspalodes*）和苋科的空心连子草（*Atlernanthera philoxeroides*）。蛙类多为滇蛙（*Rana pleuraden*）和昭觉林蛙，软体动物有中华圆田螺（*Cipangopaludina cathayensis*）和椭圆萝卜螺（*Radix swinhoei*）等（Li et al，2005），还有较为丰富的藻类（Zhou et al，2005）。

1.2 研究方法

1.2.1 数据采集 正式开展观测前进行了 3 d 预观察,以熟悉方法。正式观察从 2005 年 3 月 7 日开始,至 2005 年 5 月 3 日结束。每隔 5 d 作一次全天（7:00—20:00）观测。预观察发现,晴天,蝌蚪从上午 11:30 左右开始活动,到下午 17:30 左右活动基本停止;阴天,蝌蚪稍晚一点活动或静栖。因此，将每天观察时段划分为 3 段:11:30 分以前为上午段;11:30—17:30 为中午段;17:30 以后为下午段。

蛙类胚胎和蝌蚪从受精卵到完成变态共划分为 46 期（Zhao，1990）。为了方便区分昭觉林蛙蝌蚪的发育时期，将其划分为 3 期：Ⅰ期为后趾芽发育期（相当于胚胎发育的 26—30 期）；Ⅱ期为五趾分化期（31—40 期）；Ⅲ期为变态期（41—46 期）（Zhou et al，2005）。

蝌蚪在中午时段较为活跃，除每隔 5 d 做一次全天观测外，每隔 2 d 做一次中午时间段的观测。每次的测量会对生境产生一定的破坏，故不采用固定点观测；而是在水塘的东岸、南岸和东北岸采用随机取点观测；西岸至北岸段为陡坎，故只能选择 4 个间距相等的固定点定点观测。为避免人为的主观选点，从南岸西端随机取一点开始，每隔五步为一观测点。绕水塘一圈测到约 30 个点。在每个观测点作如下测量：

（1）蝌蚪数量及分期。将无柄的水网侧立（水网面积为 0.125 6 m^2），从观测点的某一边缘迅速放下，快速在水底置放平后迅速抬起。记数网内蝌蚪数量及分期情况。

（2）植被盖度。做一面积为 0.30 m × 0.30 m 的正方形框，在方框上横竖各拉间距相等的四条平行细线，并在每个相交点上挂一根长 0.10 m 的细铁丝，一共 36 根铁丝。测量时将方框平行于水面放下，记录碰到水草的铁丝根数，再用碰到水草的铁丝的根数量除以 36 即为植被覆盖度（植被盖度 = 碰到水草的铁丝根数/36）。

（3）水深与温度。测量每个观测点中心位置的水深和水温。

（4）pH 值。经测量所有测点的 pH 值变化小（5.5—6），故排除此因子，不参与统计分析。

1.2.2 数据处理 数据经整理输入 Excel 2000，以柱状图给出各期蝌蚪在各生态因子不同等级出现频次的变化。应用 SPSS 11.0 for Windows 统计软件，对植被盖度、水深和水温等因子采用多独立样本非参数的 Kruskal-Wallis *H* 检验，比较蝌蚪在生态因子各等级出现频次的整体差异，再采用两独立样本非参数 Mann-Whitey *U* 检验，两两比较生态因子各等级上蝌蚪出现频次的差异（Yu & He，2003）。

2 结果与分析

本项工作共观测 754 点（次），其中有 183 个点（次）未观测到蝌蚪。总共观测到蝌蚪 6 767 只（次），其中Ⅰ期蝌蚪 1 407 只（次）；Ⅱ期蝌蚪 4 056 只（次）；Ⅲ期蝌蚪 1 304 只（次）。下面分植被盖度、水深和水温分别阐述蝌蚪的分布情况。

2.1　植被盖度

Ⅰ期蝌蚪对生境的利用，在植被盖度为 0%—50%时，随植被盖度的增加而不断增高；对盖度为 40%—50%的生境利用最高；对盖度大于 50%生境的利用相对较低，且表现出不稳定性。Ⅱ期蝌蚪对不同植被盖度的生境的利用呈现正态型：在盖度为 0%—50%的范围内，蝌蚪对生境的利用，随植被盖度的增加而增高；对植被盖度为 40%—50%的生境利用最高；当植被盖度大于 50%时，蝌蚪对生境的利用，随植被盖度的增加呈降低趋势。Ⅲ期蝌蚪在植被盖度小于 20%的生境分布较少，而比较偏好在盖度为 20%—80%的生境里活动（图 1）。

将植被盖度分为三级（0%—40%，41%—70%，71%—100%），在植被盖度为 41%—70%的水域，Ⅰ、Ⅱ期蝌蚪分布频次最高，分别为（20.67 ± 3.04）、（16.32 ± 1.41）只/（点·次）；而Ⅲ期蝌蚪在不同植被盖度下的分布频次几乎无差异。Kruskal-Wallis *H* 和 Mann-Whitney *U* 检验结果表明，Ⅰ期蝌蚪在不同植被盖度水域间的分布频次差异均显著；Ⅱ期蝌蚪在植被盖度各等级上整体差异显著，植被盖度 0%—40%和 41%—70%水域中的分布频次相比，差异不显著，但二者分别与 71%—100%的相比，差异显著；Ⅲ期蝌蚪在不同植被盖度水域的分布频次差异不显著（表 1）。

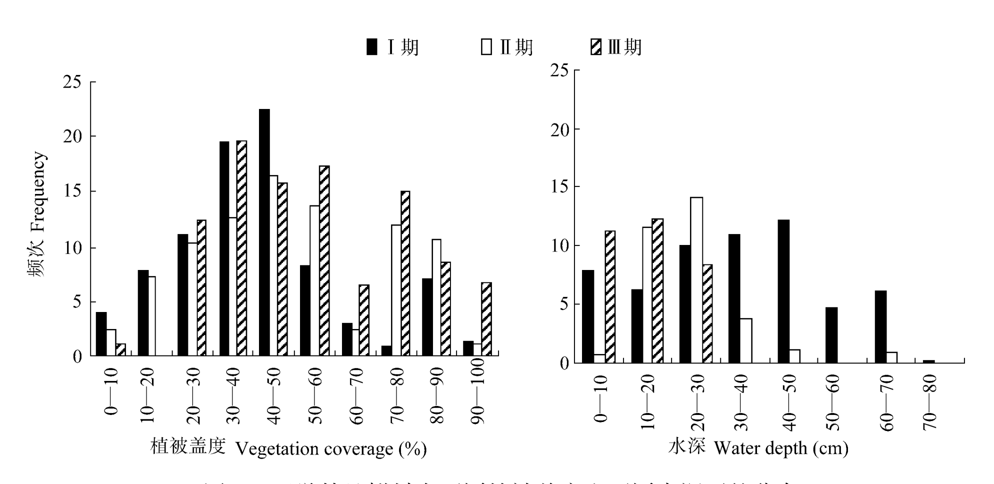


图 1　昭觉林蛙蝌蚪在不同植被盖度和不同水深下的分布

Fig. 1　Distribution of tadpoles of *Rana chaochiaoensis* at different stages under different vegetation coverage and water depth

表 1　昭觉林蛙各期蝌蚪在不同植被盖度中出现频次比较

Tab. 1　Frequency comparison of tadpoles of *Rana chaochiaoensis* in different vegetation coverage at the different stages

蝌蚪期 Tadpole stage	植被盖度 Vegetation coverage（%）（Mean ± *SE*）			Kruskal-Wallis *H*（A:B:C）			Mann-Whitney *U*					
							A:B		A:C		B:C	
	0—40（A）	41—70（B）	71—100（C）	χ^2	*df*	*P*	*Z*	*P*	*Z*	*P*	*Z*	*P*
Ⅰ	4.00 ± 1.12	20.67 ± 3.04	7.38 ± 0.82	25.662	2	0.000*	−4.149	0.000*	−2.055	0.040*	−4.251	0.000*
Ⅱ	12.39 ± 1.64	16.32 ± 1.41	8.13 ± 0.81	30.707	2	0.000*	−1.931	0.053	−2.137	0.033*	−5.594	0.000*
Ⅲ	13.35 ± 1.72	13.12 ± 1.63	9.97 ± 1.49	2.415	2	0.299	−0.340	0.734	−1.442	0.149	−1.253	0.210

* $P < 0.05$.

2.2　水　深

Ⅰ期蝌蚪对水深的选择性不明显，对水深的适应范围相对较大，在 0.00—0.80 m 的水域里均有分布，且在 0.00—0.70 m 水域里分布比较均匀；而Ⅱ期和Ⅲ期蝌蚪表现出了对水深的选择性，Ⅱ期蝌蚪主要在 0.10—0.30 m 的水域内活动，在 0.40—0.80 m 的水域里很少分布；Ⅲ期的蝌蚪活动范围更为狭窄，仅在 0.00—0.30 m 水域中分布，且比较均匀（图 1）。

将水深分为 3 级（0.00—0.10 m，0.11—0.30 m，0.31—0.80 m）。Ⅰ期蝌蚪在大于 0.31 m 的水域分布频次最高[（11.54 ± 1.84）只/（点·次）]；Ⅱ期在0.11—0.30 m的水域分布频次最高[（14.55 ± 0.93）只/（点·次）]；Ⅲ期在0.00—0.10 m的水域分布频次最高［（13.48 ± 2.04）只/（点·次），在水深大于 0.31 m 的水域无分布。Kruskal-Wallis *H* 和 Mann-Whitney *U* 检验结果表明，Ⅰ、Ⅲ期蝌蚪在不同水深的水域分布频次差异不显著；Ⅱ期蝌

蚪在不同水深水域间分布频次整体差异显著，在水深0.00—0.10 m和0.31—0.80 m的分布频次分别与0.11—0.30 m的相比，差异显著，但0.00—0.10 m与0.31—0.80 m水深范围相比，分布频次差异不显著（表2）。

2.3 水 温

Ⅰ期蝌蚪生活于12—19 ℃的水体中，在水温为15、18和19 ℃时出现的频次较高，而在水温为12 ℃的水体中出现的频次最低，在水温为12 ℃以下和20 ℃以上的水体中无分布；Ⅱ期蝌蚪生活在8—25 ℃的水体中，在23 ℃和25 ℃水温的水体中出现的频次较高，在水温为13 ℃的水体中频次最低；Ⅲ期蝌蚪生活在14—23 ℃的水体中，在23 ℃的水体中出现的频次最高，在水温为16 ℃的水体中出现的频次其次。Ⅲ期蝌蚪对水温的选择没有规律性，蝌蚪对水温为16 ℃和23 ℃的生境利用相对较高（图2）。

表2 昭觉林蛙各期蝌蚪在不同水深中出现频次比较

Tab. 2 Frequency comparison of tadpoles of *Rana chaochiaoensis* in different water depths at the different stages

蝌蚪期 Tadpole stage	水深 Water depth (m) (Mean ± *SE*)			Kruskal-Wallis *H* (A:B:C)			Mann-Whitney *U*					
							A:B		A:C		B:C	
	0—0.10 (A)	0.11—0.30 (B)	0.31—0.80 (C)	χ^2	*df*	*P*	*Z*	*P*	*Z*	*P*	*Z*	*P*
Ⅰ	9.75±5.25	9.36±1.28	11.54±1.84	0.059	2	0.971	-0.153	0.878	0.959	0.970	-0.218	0.827
Ⅱ	2.56±0.53	14.55±0.93	4.89±0.63	47.874	2	0.000*	-3.521	0.000*	-0.992	0.321	-6.217	0.000*
Ⅲ	13.48±2.04	12.01±1.08	—	—	—	—	-0.901	0.368	—	—	—	—

* $P<0.05$.

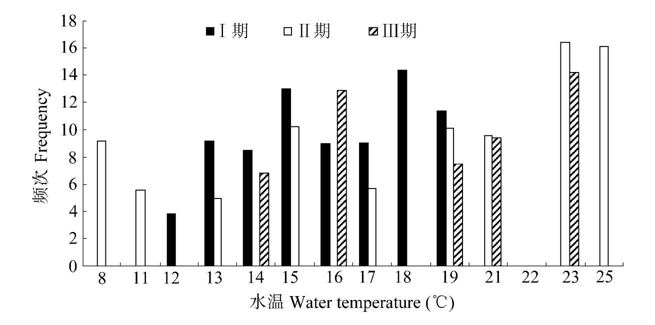


图2 昭觉林蛙蝌蚪在不同水温的分布

Fig. 2 Distribution of tadpoles of *Rana chaochiaoensis* in different stages under different

将水温分为三级（8—13 ℃，14—18 ℃，19—25 ℃）。Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ期蝌蚪在19—25 ℃的水域分布频次最高，而Ⅲ期蝌蚪在8—13 ℃的水域无分布。Kruskal-Wallis *H*和Mann-Whitney *U*检验结果表明，仅Ⅱ期蝌蚪在各等级水温的水域分布频次整体差异显著。Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ期蝌蚪均在19—25 ℃与14—18 ℃水域的分布频次差异显著；Ⅱ期蝌蚪还在8—13 ℃与19—25 ℃水域的分布频次差异显著（表3）。

3 讨 论

表3 昭觉林蛙各期蝌蚪在不同水温中出现频次比较

Tab. 3 Frequency comparison of tadpoles in different temperatures at the different stages

蝌蚪期 Tadpole stage	水温 Water temperature (℃) (Mean ± *SE*)			Kruskal-Wallis *H* (A:B:C)			Mann-Whitney *U*					
							A:B		A:C		B:C	
	8—13 (A)	14—18 (B)	19—25 (C)	χ^2	*df*	*P*	*Z*	*P*	*Z*	*P*	*Z*	*P*
Ⅰ	8.75±2.89	10.02±1.35	15.17±2.88	5.446	2	0.066	-0.581	0.562	0.012	0.011*	-2.100	0.036*
Ⅱ	9.17±1.30	10.77±0.95	16.14±1.57	6.273	2	0.043*	-0.085	0.932	-1.636	0.102	-2.352	0.019*
Ⅲ	—	12.58±1.36	12.16±1.26	—	—	—	—	—	—	—	-2.352	0.019*

* $P<0.05$.

3.1 对植被盖度的选择

昭觉林蛙三个期的蝌蚪均主要集中在40%—70%植被盖度的水域中活动。水生植被是蝌蚪寻找食物与躲避敌害的重要因子，水生植被也是蝌蚪栖息的附着点（Li et al，2005）。因为植被盖度过低的水域，不利于蝌蚪逃避敌害，而植被盖度过高的水域又会给蝌蚪活动带来不便和逃避敌害不灵活，故蝌蚪在植被覆盖度适中的水域中活动较频繁，Ⅰ期蝌蚪这种选择性尤为明显。随着蝌蚪的发育，它们的游泳能力和避敌能力提高了，Ⅱ期蝌蚪在植被盖度低（0%—40%）的水域的分布频次明显增高，Ⅲ期蝌蚪的分布频次已略高于植被盖度中等

（41%—70%）水域的分布频次，这表明Ⅲ期（变态期）蝌蚪不仅避敌能力更进一步提高，且已向植被盖度低（0%—40%）的水域转移，准备登陆。

3.2　对水深的选择

随着昭觉林蛙蝌蚪的发育生长，蝌蚪自Ⅰ期至Ⅲ期对水深的选择总的趋势是不断变浅，到Ⅲ期时，水深大于 0.31 m 的水域已无蝌蚪分布。这种变化趋势与蝌蚪对植被盖度和水温的选择有一定联系，水浅的区域往往植被盖度也低一些，浅水区的水温也高一些，且与蝌蚪变态的最终登陆也是相互联系的。惟有Ⅱ期蝌蚪对水深的选择性更为明显一些，较喜好 0.11—0.30 m 水深的区域。据观察，水深大于 0.40 m 的区域水温一般偏低，这不利于蝌蚪的活动和生长，所以蝌蚪一般不选择这一区域。上述结果与对巴西东南部的细长趾蛙（*Thoropa miliaris*）蝌蚪的微观生境利用研究结果一致：细长趾蛙蝌蚪喜在溪流的浅水区活动，而不到溪流主干栖息，浅水区全天暴露在阳光直射下，且水流缓慢，其温度显著高于主干温度［浅水区（28.1 ± 2.19）℃，主干（21.0 ± 0.23）℃］；蝌蚪大小和其栖息的水深相关关系显著，即体型小的蝌蚪一般生活在水稍浅的水域，而体型大的则生活在水稍为深的水域（Rocha et al，2002）。

3.3　对水温的选择

温度是两栖类发育和正常活动的一个重要条件（Hadfield，1996）。20 ℃的水温是中国林蛙蝌蚪生长发育及变态的最适宜温度（Cui et al，1999）。大蟾蜍（*Bufo gargarizans*）蝌蚪在 0—5 ℃时处于低温昏迷状态，活动能力极弱；在 10—30 ℃时能正常生存；在 35 ℃以上时，难以生存（Ma & Long，2005）。昭觉林蛙Ⅰ期和Ⅱ期蝌蚪在 8—13 ℃和 14—18 ℃水域的分布频次差异不明显，但不如在 19—25 ℃的水域分布频次高，而Ⅱ期蝌蚪在 19—25 ℃温度范围的分布频次也不低，表明 19—25 ℃温度是昭觉林蛙蝌蚪的最适宜生长温度范围。

在相同时间内，25 ℃的温度条件下，大蟾蜍蝌蚪和中国林蛙蝌蚪的变态率最高；在 5 ℃的温度条件下，两种蝌蚪都不能完成变态发育过程，温度对大蟾蜍蝌蚪和中国林蛙蝌蚪的生长发育有显著影响，生长发育速度随生长温度的升高而加快（Wang et al，2004）。昭觉林蛙Ⅲ期蝌蚪在 14—18 ℃和 19—25 ℃的区域分布频率相差不大，但在 8—13 ℃的水域无分布。Ⅲ期蝌蚪对温度的这种选择方式，表明 8—13 ℃的水温不利于其变态，而 14—18 ℃和 19—25 ℃的水温使得其发育有先有后，分批变态，陆续变态登陆。这种方式既避免大量蝌蚪同步变态，对陆生食物种类构成大的压力，也减少了一次性被天敌捕食的机率。

4　结　语

昆明地区 3—5 月正值旱季，而这一时期正好是昭觉林蛙蝌蚪逐渐变态的时期。水塘变浅，甚至干涸是导致其蝌蚪大量死亡的主要原因之一；而昆明地区某些年份在 3 月份下雪，低温可能会导致昭觉林蛙蝌蚪大量死亡。这可能是昭觉林蛙种群数量波动的另一主要原因。

此项研究提示，对一些珍稀濒危两栖类种类保护时，要注意它们栖息水塘的持续时间及它们生长和变态的最适合水位。如果温度过高或过低时，要采取一定的人工补救措施，满足蝌蚪生长和变态的最适宜温度，至少保证一定数量的蝌蚪成活和变态，使这个物种的种群得以延续和发展。

致谢：西南林学院野生动物与自然保护区管理专业 2001 级杨炳辉、彭曙光、麦紫同学参与了部分野外工作及数据采集，在此一并表示衷心感谢。

参考文献：

Cui MX，Liu XL，Cui XM，Lin HQ，Jin ZY．1999．Effect of temperature，food and feeding density on *Rana chensinensis* development and metamorphosis at tadpole［J］．*J Agricul Sci Yanbian Univ*，**21**（2）：90 – 94．［崔明勋，刘学龙，崔香梅，林虎泉，金在云．1999．温度、食物、饲养密度对中国林蛙蝌蚪期生长发育及变态的影响．延边大学农学学报，**21**（2）：90 – 94．］

Hadfield S．1996．Observations on body temperature and activity in the toad *Bufo woodhousei fowleri*［J］．*Copeia*，（1）：581 – 582．

Li MH，Yang Y，Zhou W，Yu GQ，Zhang XY．2005．Habitat selection and living habits about the natural tadpoles of bullfrog［J］．*J Southwest For Coll*，**25**（1）：47 – 50．［李明会，杨颖，周　伟，于桂清，张兴宇．2005．野生牛蛙蝌蚪栖息与生活习性．西南林学院学报，**25**（1）：47 – 50．］

Ma Y，Long J．2005．The influence of a few ecosystem factors upon the tadpole of *Bufo bufo gargarizans* cantor existence［J］．*J Qiannan Normal Univ Natl*，**6**：90 – 92．［马　媛，龙　俊．2005．几种生态因子对大蟾蜍中华亚种蝌蚪生存的影响．黔南民族师范学院学报，**6**：90 – 92．］

Rocha CFD，Sluys MV，Bergallo HG，Alves MAS．2002．Microhabitat use and orientation to water flow direction by tadpoles of the lepto-

dactylid frog *Thoropa miliaris* in southeastern Brazil [J]. *J Herpetol*, **36**(1): 98-100.

Wang LZ, Li XC, Zhang CB. 2004. Temperature effect on development of tadpoles of *Bufo gargarizans* and *Rana chensinensis* [J]. *Sichuan J Zool*, **24**(3): 355-358. [王立志, 李晓晨, 张春博. 2004. 大蟾蜍蝌蚪与中国林蛙蝌蚪生长发育的温度效应. 四川动物, **24**(3): 355-358.]

Yang FY, Sun GQ, Wang H. 2003. Influence of table salt and acidity and basicity on tadpole (*Rana chensinensis*) [J]. *Jilin For Sci Technol*, **32**(2): 4-7. [杨富亿, 孙桂芹, 王 辉. 2003. 食盐和酸碱度对中国林蛙蝌蚪的影响. 吉林林业科技, **32**(2): 4-7.]

Yu JY, He XH. 2003. Statistics and Analysis for Data the Application of SPSS [M]. Beijing: Post & Telecommunications Press, 292-310. [余建英, 何旭宏. 2003. 数据统计与SPSS应用. 北京: 人民邮电出版社, 292-310.]

Yu PC. 2000. Studies on biologicfactors of the habitat of *Rana spinosa* tadpoles in Northeastern Jiangxi Province [J]. *Sichuan J Zool*, **19**(3): 163-164. [虞鹏程. 2000. 赣东北棘胸蛙蝌蚪栖息地生物学因子研究. 四川动物, **19**(3): 163-164.]

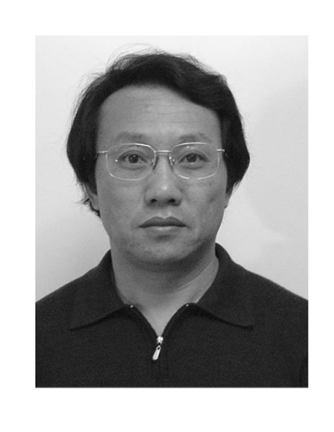
Zhang YG. 1990. A preliminary observation on the reproduction of *Rana japonica japonica* [J]. *Chn J Zool*, **25**(6): 14-17. [张耀光. 1990. 日本林蛙繁殖的初步观察. 动物学杂志, **25**(6): 14-17.]

Zhao EM. 1990. An introduction of frog embryo and tadpole growth by stages [J]. *Biol Bull*, (1): 13-15. [赵尔宓. 1990. 介绍一种蛙类胚胎及蝌蚪发育分期. 生物学通报, (1): 13-15.]

Zhou W, Li MH, Pan XF. 2003. Morphological differentiation between *Rana pleuraden* and *Rana chaochiaoensis* with comments on their potential adaptive [J]. *Zool Res*, **24**(6): 445-451. [周 伟, 李明会, 潘晓赋. 2003. 滇蛙和昭觉林蛙的形态差异及其潜在的适应意义. 动物学研究, **24**(6): 445-451.]

Zhou W, Li MH, Zhang XY, He JF. 2005. Foodcomparison between tadpoles of *Rana catesbeiana* and *R. chaochiaoensis* collected from the same habitat [J]. *Zool Res*, **26**(1): 89-95. [周 伟, 李明会, 张兴宇, 贺佳飞. 2005. 同一生境牛蛙与昭觉林蛙蝌蚪的食性比较. 动物学研究, **26**(1): 89-95.]

本刊编委黄京飞研究员简介



黄京飞研究员

黄京飞(1958-), 男; 1982年毕业于云南大学生物系, 获学士学位;同年被分配到中国科学院昆明动物研究所工作至今。1997年, 作为英国皇家学会研究员, 在剑桥大学生物化学系与国际著名结构分子生物学家和结构生物信息学家、皇家学会会员、剑桥大学生物化学系主任、教授Tom Blundell爵士一道, 就蛋白质结构与进化的关系问题进行了合作研究。此外, 作为主要成员之一, 参与完成了“剑桥蛋白质超家族结构联配数据库(CAMPASS)”的建立工作; 现在中国科学院昆明动物研究所细胞与分子进化开放研究实验室, 主要从事基因与蛋白质进化的结构生物信息学研究工作。现任中国科学院昆明动物研究所研究员, 博士生导师, 中国科学院知识创新工程学科带头人, 中国科技大学兼职博士生导师。云南省遗传学会副理事长, 云南省动物学会理事, 中国科学院昆明动物研究所学术委员会委员, 中国科学院细胞与分子进化重点实验室学术委员会委员, 云南省畜禽分子生物学重点实验室学术委员会委员,《动物学研究》编委。

近年来, 主要从事蛋白质家族与超家族的结构及其功能的进化研究。先后在*Mol. Biol. Evol.*, *FEBS Lett.*, *Structure*, *Acta Crystall.*, *J. Mol. Struct.*, *J. Theor. Biol.*, *J. Mol. Model.*,《科学通报》等刊物发表论文40余篇。曾获1992年中国科学院自然科学三等奖和2001年云南省自然科学一等奖各1项。